

## **Avaliação de saúde e segurança no laboratório de análise físico - química da estação de tratamento de água da sanepar e determinação dos resíduos químicos gerados**

Evaluation of health and safety in the laboratory of physico-chemical analysis of water treatment at sanepar and chemical waste generated

Amanda Alcaide Francisco\*<sup>1</sup>, Sueli Tavares de Melo Souza<sup>2</sup>, Isabel Craveiro Moreira Andrei<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina - UEL- Londrina, PR, Brasil

<sup>2,3</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Londrina, PR, Brasil

### **Resumo**

*Este estudo tem por objetivo averiguar a saúde e segurança dos técnicos laboratoriais responsáveis pela análise físico-química da água tratada na SANEPAR. Durante as análises foram verificados os agentes químicos utilizados, as especificações dos equipamentos de proteção individual (EPIs) e o seu uso. Para avaliar o dano à saúde do trabalhador foram verificados e comparados os limites de tolerância para cada substância química, segundo a NR 15 e a ACGIH. Como em toda análise química ocorre a geração de resíduos, foi necessário verificar e indicar o modo de segregação, acondicionamento, rotulagem e, possíveis, tratamento para os mesmos, assim como o descarte final adequado.*

**Palavras-chave:** *Análise de água. Saúde e Segurança do Trabalhador. Normas de Segurança.*

### **Abstract**

*This study aims to investigate the health and safety of laboratory technicians responsible for physical and chemical analysis of treated water in SANEPAR. Through of the methodologies used were verified the chemical agents, the specifications of the personal protective equipment (PPE) and its use. To assess the damage to workers' health were checked and compared the tolerance limits for each chemical, according to NR 15 and ACGIH. As in all chemical analysis is the generation of residues, it was necessary to check and indicate the mode of segregation, packaging, labeling and, possible, treatment for them, as well as the final disposal.*

**Keywords:** *Water Analysis. Worker Health and Safety. Security standards.*

## 1 Introdução

**A** água é necessária para atividades domésticas, comerciais, industriais e públicas. Logo, para suprir tais necessidades, a mesma deve apresentar qualidade adequada e estar disponível em quantidade suficiente para atender a demanda. Assim, a água é importante não só para proteger a saúde, mas também para o desenvolvimento econômico, evidenciando a importância do abastecimento de água sob os aspectos sanitários e financeiros (TSUTYIA, 2006).

Entretanto, o mau uso deste recurso natural acarreta em seu desperdício e contaminação, que muitas vezes ocorre por meio de despejo de efluentes em corpos d'água, prejudicando sua qualidade e disponibilidade para os diversos usos. Portanto, devido à degradação que os mananciais estão sujeitos, é imprescindível a utilização das estações de tratamento de água – ETAs, que visam oferecer água potável à população, ou seja, livre de organismos patogênicos ou substâncias químicas que prejudiquem a saúde humana (TSUTYIA, 2006; PARSEKIAN, 1998).

Para avaliar a eficiência do tratamento realizado nas ETAs é necessário realizar procedimentos laboratoriais, no qual é indispensável a utilização de equipamentos e reagentes químicos para verificar a qualidade da água tratada. Ao utilizar estes produtos químicos, ocorre a geração de resíduos, que podem acarretar malefícios aos usuários do laboratório, como também, ao meio ambiente, uma vez que os mesmos não sejam tratados ou dispostos de modo inadequado.

Além dos resíduos químicos gerados durante os procedimentos de análise de água, surge outra preocupação, a saúde e segurança dos técnicos laboratoriais. A falta de uma postura responsável quanto ao uso de equipamentos de proteção individual (EPI), equipamentos de proteção coletiva (EPC), ao atendimento das normas regulamentadoras (NRs) e procedimentos de análise podem acarretar em graves consequências a saúde do trabalhador. Portanto, devem ser inseridas práticas de segurança e saúde no trabalho, como também, enfatizar a importância do treinamento dos operadores no aspecto relacionado à segurança (PARSEKIAN, 1998).

Logo, negligenciar as normas de segurança, devido à ausência de treinamento eficaz, faz com que muitos trabalhadores desempenhem suas atividades de forma inadequada, não utilizem os EPIs no desenvolvimento da atividade, contribuindo desta forma para acidentes no ambiente de trabalho. Partindo desse ponto é necessário levantar quais são as normas regulamentadoras relacionadas a segurança nas ETAs, os EPIs e EPCs que devem ser utilizados nas práticas laboratoriais e os resíduos químicos gerados.

Portanto, o objetivo principal deste estudo é verificar o atendimento da legislação em busca de um trabalho seguro nos laboratórios das ETAs, verificando os reagentes químicos utilizados na análise de água, bem como,

os resíduos gerados durante a avaliação da qualidade da mesma.

## 2 Metodologia

O estudo foi realizado no laboratório de análise físico-química da estação de tratamento de água da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), situado na Avenida Juscelino Kubitschek, n.º 1132, no município de Londrina, Paraná.

Esse trabalho foi realizado, inicialmente, por meio de uma pesquisa bibliográfica, visando a coleta de informações referentes às normas de segurança e saúde no trabalho, aos procedimentos adotados em estações de tratamento de água, bem como, identificar os reagentes químicos utilizados nas práticas laboratoriais e os possíveis resíduos gerados pela utilização dos mesmos.

Em seguida, foram acompanhadas as metodologias e procedimentos realizados no laboratório de físico-química da ETA juntamente com os técnicos, para que fossem analisadas as condições de saúde e segurança no trabalho. Sendo assim, o cotidiano desses trabalhadores, durante o mês de janeiro de 2013, pôde ser verificado adequadamente.

Após o levantamento de informações, tanto teóricas quanto práticas, foram analisadas as metodologias utilizadas, o atendimento aos requisitos necessários de segurança no laboratório, assim como as Fichas de Informação de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ). Tais fichas apresentam as características de cada agente químico, assim como, os meios de contato e possível contaminação pelos mesmos. Nestas fichas são indicados também os EPIs para o manuseio de cada substância.

Na etapa seguinte, foram verificadas as concentrações limites estabelecidas pela Norma Regulamentadora - NR 15, por meio do anexo 11, representando a legislação brasileira, bem como, os índices apresentados pela legislação americana, através da ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists). Foram relacionados os agentes químicos utilizados para realizar a análise de água tratada, avaliando de forma comparativa os limites de tolerância apresentados pela NR 15 e pela ACGIH.

A partir dos reagentes utilizados no laboratório de físico-química pôde-se classificar os resíduos químicos gerados no final das análises, assim como, determinar o modo adequado de realizar a segregação e o armazenamento dos mesmos, a fim de auxiliar no gerenciamento dos resíduos gerados.

## 3 Resultados e Discussões

Os laboratórios de análise físico-química da SANEPAR têm por objetivo avaliar a qualidade tanto da água *in natura*, como também, da água tratada. Para tanto,

amostras de rios, córregos e localidades do município e região são enviadas para a SANEPAR de Londrina, a fim de que estas possam ser verificadas adequadamente.

Na unidade de físico-química são realizadas quinze

análises semanalmente, apresentadas na Tabela 1.

Para tais análises são necessários diversos compostos químicos, os quais estão dispostos na Tabela 2. Diariamente estes reagentes são manuseados pelos

Tabela 1 – Análises físico-químicas de água in natura e produzida na SANEPAR de Londrina.

<b>Análises Físico-Químicas</b>
Cianeto
ABS – Agentes Tensoativos Surfactantes
Sólidos Totais Dissolvidos
Sulfeto
Sulfato
Flúor
pH
Turbidez
Cloreto
Nitrito
Nitrato
Dureza Total
Cor
Amônia
Clorofila a

Fonte: Dados obtidos no laboratório de análise físico-química da SANEPAR.

Tabela 2 – Reagentes químicos, suas respectivas fórmulas e suas aplicações.

<b>Reagente</b>	<b>Fórmula</b>	<b>Análise Físico-Química</b>
Hidróxido de Sódio	NaOH	Cianeto; ABS; Cloreto; Amônia
Ácido Sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Cianeto; ABS; Sulfeto; Cloreto
Cloreto de Magnésio	MgCl <sub>2</sub>	Cianeto
Fosfato de Sódio	NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	Cianeto
Cloramina T	C <sub>7</sub> H <sub>7</sub> ClNaNO <sub>2</sub>	Cianeto
Ácido Barbitúrico-Piridina	C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cianeto
Peróxido de Hidrogênio	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	ABS
Clorofórmio	CHCl <sub>3</sub>	ABS
Fosfato de Hidrogênio Diamônio	H <sub>9</sub> N <sub>2</sub> O <sub>4</sub> P	Sulfeto

continua...

Tabela 2 – Continuação

Reagente	Fórmula	Análise Físico-Química
Cloreto Férrico	FeCl <sub>3</sub>	Sulfeto
Arsenito de Sódio	Na <sub>2</sub> HAsO <sub>4</sub>	Flúor
Ácido Zircolina - SPANDS	C <sub>16</sub> H <sub>9</sub> N <sub>2</sub> Na <sub>3</sub> O <sub>11</sub> S <sub>3</sub>	Flúor
Cromato de Potássio	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	Cloreto
Nitrato de Prata	AgNO <sub>3</sub>	Cloreto
Hidróxido de Alumínio	Al(OH) <sub>3</sub>	Nitrito
Ácido Clorídrico	HCl	Clorofila a
Hidróxido de Amônio	NH <sub>4</sub> OH	Clorofila a
EDTA	C <sub>10</sub> H <sub>16</sub> N <sub>2</sub> O <sub>8</sub>	Dureza Total
Eriocromo T	C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> N <sub>3</sub> NaO <sub>7</sub> S	Dureza Total
Fenolftaleína	C <sub>20</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	ABS
Cloreto de Bário	BaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	Sulfato
Reativo Nessler	K <sub>2</sub> HgI <sub>4</sub>	Amônia
Carbonato de Magnésio	MgCO <sub>3</sub>	Clorofila a
Acetona	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	Clorofila a

técnicos laboratoriais em sua rotina de trabalho sendo indispensável à cautela e segurança concernente a eles.

Após a consulta às FISPQs (Fichas de informações de segurança de produtos químicos), pode-se observar que inúmeros reagentes utilizados nas análises físico-químicas da água apresentam características de corrosividade, toxicidade, combustibilidade, propriedades oxidantes e irritantes, devido a sua alta volatilidade. Estas propriedades devem ser avaliadas cautelosamente, pois o uso excessivo de algum reagente pode acarretar em danos ambientais e aos técnicos dos laboratórios. Logo, tais informações são de grande valia para a aplicação correta das metodologias utilizadas para realizar as análises físico-químicas de análise de água.

Na Tabela 3 estão dispostos os agentes químicos, bem como sua característica principal obtida nas FISPQs e os principais prejuízos à saúde. Estes danos foram baseados nas informações sobre intoxicações humanas, sendo estabelecidos pelas FISPQs desenvolvidas pela CETESB e os prejuízos à saúde elencados pela ACGIH.

### 3.1 Análise comparativa entre a NR 15 e a ACGIH

Para que as análises físico-químicas da água tratada ocorram de modo adequado, sem prejuízos à saúde do técnico laboratorial, os reagentes utilizados devem ser manipulados em concentrações que não sejam superiores aos limites de tolerância apresentados

pela NR 15, no anexo 11. Esta norma regulamentadora determina que, quando os trabalhadores ficam expostos aos agentes químicos em concentrações superiores aos limites de tolerância presentes no anexo 11, os trabalhadores estão exercendo suas respectivas funções em condições insalubres (BRASIL, 1978).

De acordo com o artigo 189 da CLT, as operações e atividades insalubres podem ser descritas como aquelas que expõem os trabalhadores a agentes nocivos à saúde, uma vez que estes ultrapassem os limites de tolerância fixados em função dos seus efeitos prejudiciais (BRASIL, 1977). Logo, a NR 15 auxilia os empregadores a proporcionarem condições adequadas de trabalho, principalmente para as atividades que constantemente utilizam substâncias químicas.

O anexo 11 é composto por um quadro, no qual estão dispostos os agentes químicos, evidenciando se existe ou não o valor teto para os compostos, bem como se os mesmos podem ser absorvidos pela pele. São apresentados, também, os limites de tolerância em ppm e mg/m<sup>3</sup>, e o grau de insalubridade que cada reagente oferece ao trabalhador. Avaliar se a substância química apresenta valor teto é de fundamental importância para a proteção do empregado, uma vez que este índice não pode ser ultrapassado sob nenhuma circunstância durante o período laboral (BRASIL, 1978).

Os agentes químicos presentes no anexo 11 são válidos apenas para a absorção por via respiratória,

**Tabela 3 – Relação entre as características dos reagentes químicos e os danos causados à saúde do técnico laboratorial.**

Agente Químico	Característica	Danos (FISPQ)	Danos (ACGIH)
Hidróxido de Sódio	Corrosivo	Irritante aos olhos e a pele	Irritante aos olhos e ao trato respiratório
Ácido Sulfúrico	Corrosivo	Irritante aos olhos e ao trato respiratório	Função pulmonar
Cloreto de Magnésio	Corrosivo	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	-
Fosfato de Sódio	Não perigoso	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	-
Cloramina T	Corrosivo	Queimaduras e irritante ao trato respiratório	-
Ácido Barbitúrico-Piridina <sup>(1)</sup>	Inflamável	Irritante aos olhos e a pele	Irritante a pele, dano ao fígado e rins
Peróxido de Hidrogênio	Oxidante	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório
Clorofórmio	Tóxico	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório, náuseas e tontura	Dano ao fígado, embrio/fetal e ao sistema nervoso central
Fosfato de Hidrogênio Diamônio	Irritante	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	-
Cloreto Férrico <sup>(2)</sup>	Corrosivo	Irritante aos olhos e ao trato respiratório – provoca tosse e dificuldade respiratória	Irritante a pele e ao trato respiratório
Arsenito de Sódio <sup>(3)</sup>	Tóxico	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	Câncer de pulmão
Ácido Zircolina - SPANDS	Corrosivo	-	-
Cromato de Potássio	Tóxico	Irritante aos olhos e ao trato respiratório – provoca tosse e dificuldade respiratória	-
Nitrato de Prata <sup>(4)</sup>	Oxidante	Irritante a pele e aos olhos	Argíria

continua...

Tabela 3 – continuação...

Agente Químico	Característica	Danos (FISPQ)	Danos (ACGIH)
Hidróxido de Alumínio <sup>(5)</sup>	Irritante	-	Pneumonicose, irritante ao trato respiratório, neurotoxicidade
Ácido Clorídrico	Corrosivo	Irritante aos olhos e ao trato respiratório – provoca tosse e dificuldade respiratória	Irritante ao trato respiratório
Hidróxido de Amônio	Corrosivo	Irritante aos olhos e ao trato respiratório – náusea, vômito e dificuldade respiratória	-
EDTA	Irritante	Irritante aos olhos e a pele	-
Eriocromo T	Irritante	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	-
Fenolftaleína	Não perigoso	Irritante aos olhos, a pele e ao trato respiratório	-
Cloreto de Bário <sup>(6)</sup>	Tóxico	Irritante aos olhos e a pele - queimaduras	Irritante aos olhos e a pele, danos gastrointestinais
Reativo Nessler	Tóxico	Elevada toxicidade em contato com a pele e por inalação	-
Carbonato de Magnésio	Não perigoso	Irritante a pele e aos olhos	-
Acetona	Inflamável	Irritante para os olhos	Irritante ao trato respiratório e os olhos, compromete o sistema nervoso central, efeitos hematológicos

portanto, são aqueles que possuem alta volatilidade. Sendo assim, os reagentes que apresentam como principal característica a corrosividade e toxicidade, em função do contato com a pele, não estão presentes nesta norma regulamentadora. Tal ausência impossibilita o estabelecimento do limite de tolerância para estes compostos, dificultando assim, a proteção dos trabalhadores que utilizam estes produtos.

Como a NR 15 disponibiliza apenas os agentes químicos com alta volatilidade, faz-se necessária a busca por outras legislações que possam auxiliar na determinação dos limites de exposição ocupacional aceitáveis. Nos Estados Unidos, muitas substâncias químicas possuem os limites de tolerância estabelecidos pela ACGIH, que diferentemente da legislação brasileira, apresenta valores para vários produtos químicos. Segundo Pedroza et al.

(2011), a NR 15 disponibiliza 202 produtos químicos com limite estabelecido, ao passo que a ACGIH apresenta limites de tolerância para cerca de 700 substâncias.

A tabela de agentes químicos apresentadas pela ACGIH tem seus valores de TLVs (Threshold Limit Values) baseados nos danos à saúde que eles acarretam aos trabalhadores do decorrer da jornada de trabalho. Tais limites estão relacionados às concentrações dos compostos químicos, nas quais, os trabalhadores estão constantemente expostos, durante a jornada de trabalho. Para que os trabalhadores estejam devidamente protegidos, os TLVs foram subdivididos, em duas classificações TWA (Time-Weighted Average) e STEL (Short-Term Exposure Limit) (ACGIH, 2012).

A TWA é a concentração média ponderada no decorrer do tempo, tal índice é válido para jornadas de trabalho de 8 horas diárias e 40 horas semanais, partindo do pressuposto que os trabalhadores estão expostos aos agentes químicos constantemente, sem sofrer prejuízos à saúde. Já a STEL é o limite de exposição média ponderada no período de 15 minutos, no qual este intervalo de tempo não deve ser ultrapassado sob nenhuma circunstância, mesmo que o TWA esteja dentro dos limites de exposição. Tais índices são complementares, ou seja,

para que o trabalhador esteja protegido ambos devem ser respeitados (ACGIH, 2012).

Sendo assim, o manual da ACGIH evidencia quais os possíveis prejuízos à vida do empregado ao manusear substâncias químicas. A instituição americana se sobressai à legislação brasileira quanto às concentrações dos limites de tolerância, no qual a ACGIH permite valores de exposição inferiores a NR 15. Na Tabela 4, pode-se observar a divergência entre ambas tanto em quantidade de produtos presentes, como também em suas concentrações.

Na Tabela 4 foram relacionados os principais reagentes utilizados nas análises físico-químicas da água, bem como, objetivou-se apresentar os limites de tolerância referentes a cada substância química, de acordo com o anexo 11 da NR 15 e com a ACGIH. Pela legislação brasileira foi possível caracterizar apenas três compostos presentes na tabela, gerando um percentual de 12,5% das substâncias presentes. Já pela instituição americana foram avaliados doze compostos, contemplando assim, 50% dos reagentes listados.

Outro ponto de discussão entre a NR 15 e a ACGIH foi a diferença apresentada entre o clorofórmio e a acetona. Para o primeiro, a legislação brasileira permite a

Tabela 4 – Comparação entre as concentrações permitidas pela NR 15 e pela ACGIH.

Reagente	NR 15 – Anexo 11				ACGIH	
	Concentração (jornada de 48 hrs)		Grau de Insalubridade	Valor Teto	Concentração	
	ppm	mg/m <sup>3</sup>			TWA	STEL
Hidróxido de Sódio	-	-	-	-	-	2 mg/m <sup>3</sup>
Ácido Sulfúrico	-	-	-	-	0,2 mg/ m <sup>3</sup>	-
Cloreto de Magnésio	-	-	-	-	-	-
Fosfato de Sódio	-	-	-	-	-	-
Cloramina T	-	-	-	-	-	-
Ácido Barbitúrico- piridina	-	-	-	-	1ppm	-
Peróxido de	-	-	-	-	1ppm	-
Hidrogênio						
Clorofórmio	20	94	Máximo	30 ppm	10 ppm	-
Fosfato de hidrogênio diamônio	-	-	-	-	-	-
Cloreto Férrico	-	-	-	-	1 mg/m <sup>3</sup>	-

continua...

Tabela 4 – Continuação.

Reagente	NR 15 – Anexo 11			ACGIH		
	Concentração (jornada de 48 hrs)		Grau de Insalubridade	Valor Teto	Concentração	
	ppm	mg/m <sup>3</sup>			TWA	STEL
Arsenito de Sódio					0,01 mg/m <sup>3</sup>	
Ácido Zircolina –	-	-	-	-	-	-
SPADN						
Cromato de potássio	-	-	-	-	-	-
Nitrato de prata	-	-	-	-	0.01 mg/m <sup>3</sup>	-
Hidróxido de alumínio	-	-	-	-	1 mg/m <sup>3</sup>	-
Ácido clorídrico	4	5,5	máximo	8ppm	-	5ppm
Hidróxido de Amônio	-	-	-	-	-	-
EDTA	-	-	-	-	-	-
Eriocromo T	-	-	-	-	-	-
Fenolftaleína	-	-	-	-	-	-
Cloreto de bário	-	-	-	-	0,5 mg/m <sup>3</sup>	-
Reativo de Nessler	-	-	-	-	-	-
Carbonato de Magnésio	-	-	-	-	-	-
Acetona	780	1870	mínimo	975 ppm	200 ppm	500 ppm

Fonte: ACGIH, 2012; BRASIL, 1978.

utilização de 20 ppm na jornada de trabalho de 48 horas, já a instituição americana aceita 10 ppm no período de exposição de 40 horas semanais. Quanto ao segundo, para os mesmos intervalos de tempo, a NR 15 aceita até 780 ppm, já a ACGIH tolera apenas 200 ppm. Tais valores comprovam a defasagem da legislação brasileira e evidencia uma exposição maior do trabalhador.

Dentre os compostos analisador, é importante que o hidróxido de sódio, o ácido clorídrico e a acetona apresentam limite de exposição de 15 minutos abordado pela ACGIH e negligenciado pela NR 15. Entretanto, a NR 15 está sendo atualizada, sendo assim, espera-se que a mesma possa abranger mais agentes químicos, como também, apresente limites de tolerância mais rigorosos, a fim de oferecer maior proteção ao trabalhador.

Este trabalho pautou-se na escolha da ACGIH, pela mesma ser definida como a principal base de estudos e ser reconhecida internacionalmente na área de Higiene Ocupacional. Esta instituição complementa a OSHA (Occupational Safety and Health Administration), que é a principal agência federal que determina as legislações sobre saúde e segurança no trabalho, por desenvolver estudos quanto aos limites de tolerância dos compostos químicos amplamente utilizados (MOREIRA, QUELHAS,

GOMES, 2011).

Com a atualização anual dos limites ocupacionais, a ACGIH apresenta valores de concentração aceitáveis para os produtos químicos, preservando, assim, a saúde do trabalhador. Portanto, os responsáveis pela modificação da NR 15 deveriam promover estudos que avaliem os riscos na exposição ocupacional, uma vez que os limites de tolerância aos agentes químicos são muitas vezes superiores às legislações americanas.

### 3.2 Equipamentos de Proteção Individual (EPI)

Os laboratórios de análises são locais que apresentam grande variedade de substâncias químicas e equipamentos, sendo assim, nestes ambientes existem diversos riscos de acidentes que podem resultar em intoxicações, envenenamento, queimaduras, cortes, dentre outros tipos de prejuízos à saúde do trabalhador (ALMEIDA-MURADIAN, 2002, p. 57). Portanto, ao manusear diversos reagentes químicos e operar equipamentos de análise é indispensável a utilização dos EPIs, que são equipamentos que tem como objetivo principal proteger o trabalhador durante sua jornada laboral.

A SANEPAR fornece aos seus funcionários os



Figura 1 - EPIs utilizados pelo técnicos laboratoriais na análise da qualidade de água.  
Fonte: Próprio Autor, 2013; 3M, 2013; Brancura, 2013.

EPIs necessários para desenvolver as metodologias de análise da qualidade de água, protegendo assim, as mãos, o trato respiratório, os olhos, os pés e o corpo. Para tanto, são fornecido aos funcionários luvas, máscaras com filtro, óculos de proteção, botas com biqueira de metal e jaleco de algodão. Tais equipamentos são fundamentais para evitar o contato com vapores e respingos dos agentes químicos, assim como cortes advindos de acidentes com vidrarias. Os EPIs fornecidos e utilizados pelos técnicos laboratoriais podem ser observados na Figura 1

Nos laboratórios da SANEPAR também estão presentes os equipamentos de proteção coletiva, como o lava-olhos e o chuveiro de emergência, que são fundamentais caso ocorra o contato entre a substância química e o trabalhador. O laboratório possui a capela, para que os reagentes mais voláteis possam ser manuseados no interior da mesma, a fim de reduzir os riscos de danos ao trato respiratório. Este local também possui um extintor de incêndio e sinalizações de acordo com a NR 26, que estabelece a padronização das cores a serem utilizadas como sinalização de segurança nos ambientes de trabalho, ou seja, as cores e os pictogramas são padronizados, para facilitar o entendimento de todos (BRASIL, 2011).

Apesar da SANEPAR oferecer todos os EPIs para os técnicos dos laboratórios, foi observado que a máscara e os óculos dificilmente eram utilizados, ao passo que a bota, o jaleco e a luva faziam parte da rotina dos mesmos. Foi alegado que as análises possuíam curta duração, portanto, não se fazia necessário o uso dos óculos e da máscara. Esta suposição por parte dos

técnicos está equivocada, uma vez que um acidente de trabalho pode ocorrer em questão de segundos, causando prejuízos à saúde desses trabalhadores.

Os técnicos laboratoriais alegaram, também, que a utilização das máscaras era incômoda, este fato é um dos principais motivos para a negligência quanto ao uso deste EPI. De acordo com Montenegro e Santana (2010), os trabalhadores são mais receptivos e assíduos na utilização do EPI, quando este é mais confortável, prático e de fácil manutenção. Sendo assim, é importante avaliar a qualidade do produto adquirido, se existe a emissão do CA (Certificado de aprovação), que é expedido pelo órgão nacional competente em matéria de segurança e saúde no trabalho do Ministério do trabalho e emprego e, também, se os mesmos são adequados para as atividades a que se destinam. Também seria de grande valia que técnicos em segurança realizassem visitas periódicas para verificar a utilização dos EPIs (PELLOSO, ZANDONADI, 2012).

### 3.3 Resíduos químicos gerados no laboratório de análise físico-química da SANEPAR

Os resíduos químicos gerados após a realização das análises físico-química da água nos laboratórios da SANEPAR são classificados com solventes orgânicos clorados e não clorados, solventes inorgânicos, soluções ácidas e soluções básicas. Estes materiais remanescentes necessitam ser segregados em recipientes apropriados e, se possível receber o tratamento adequado, no qual

poder ser aplicadas técnicas de recuperação de algumas substâncias. Já quando não há possibilidade de tratamento dos resíduos, estes devem ser descartados de forma correta, evitando prejuízos ao meio ambiente.

As análises para avaliar a qualidade da água são realizadas semanalmente pelos técnicos laboratoriais da SANEPAR, entretanto, não ocorre o uso de quantidades exorbitantes de reagentes, ao passo que há grande diversidade nos grupo químicos presentes nos resíduos produzidos. Sendo assim, os mesmos devem se separados em diferentes recipientes, devidamente identificados, de acordo com suas características físico-químicas, de periculosidade e compatibilidade (MACHADO; SALVADOR, 2005).

Como as metodologias utilizadas pela SANEPAR fazem uso de ácidos, bases, compostos clorados, compostos nitrogenados e sais de prata, é necessário verificar a compatibilidade entre tais agentes químicos. A segregação das substâncias é fundamental, uma vez que a mistura de compostos incompatíveis elevam seus potenciais de periculosidade. De acordo com Júnior (2002), os efeitos gerados pela mistura de substâncias incompatíveis são a geração de calor e aumento da pressão, fogo e explosão, emissão de gases, vapores tóxicos e inflamáveis.

Sendo assim, é importante realizar o armazenamento apropriado destes resíduos em recipientes adequados, conhecidos como bombonas. Para tanto, no laboratório de físico-química da SANEPAR deveria haver cinco bombonas para o descarte dos resíduos gerados nas análises separadas em: compostos contendo ácidos, compostos contendo bases, soluções cloradas, soluções contendo sais de prata e resíduos contendo acetona. Este procedimento evitaria acidentes com os técnicos laboratoriais, assim como, minimizaria a degradação do meio ambiente, através do descarte final inadequado destas substâncias.

Após o armazenamento correto dos resíduos, bem como o conhecimento de suas características fica fácil realizar o tratamento destes passivos e/ou descarte final dos mesmos. O tratamento e recuperação são passíveis de realização para que parte do resíduo possa ser reutilizado em outra atividade ou para que o mesmo possa ser descartado sem prejuízos aos operadores laboratoriais e ao meio ambiente.

Quando os remanescentes das análises possuem características ácidas ou básicas, estes podem ser neutralizados por meio da adição de compostos que conduzam o resíduo ao pH neutro, ou seja, pH 7,0 (CETESB, 2013). Portanto, os resíduos empregados em metodologias que utilizam ácido clorídrico, ácido sulfúrico, ácido amino sulfúrico, ácido barbitúrico-piridina, ácido zircolina – SPANDS, EDTA, hidróxido de sódio e hidróxido de alumínio, devem passar pelo processo de neutralização antes do descarte.

Nas metodologias para avaliar a concentração de clorofila e de agentes tensoativos surfactantes são uti-

lizados solventes orgânicos clorados e não clorados, sendo eles, acetona e clorofórmio, respectivamente. Para o tratamento de tais resíduos é necessário efetuar a técnica de destilação, baseando-se na diferença do ponto de ebulição dos compostos.

Outro tipo de tratamento que pode ser aplicado aos resíduos é a precipitação, utilizado para realizar a segregação dos metais presentes nas soluções onde podem ser encontrados compostos como o carbonato de magnésio, o cloreto de bário, o nitrato de prata, o cromato de potássio, o cloreto férrico, o arsenito de sódio e o cloreto de magnésio. De acordo com Vogel (1981) este método gera um precipitado que consiste em um colóide ou cristal, que pode ser, facilmente, removido por meio da filtração ou centrifugação.

Entretanto, mesmo após a aplicação das técnicas de tratamento nos resíduos gerados durante a verificação da qualidade da água, ainda há aqueles que não podem ser tratados, seja pela sua dificuldade ou pelo investimento financeiro. Sendo assim, tais resíduos devem ser incinerados e, posteriormente, encaminhados para aterros químicos classe I e II.

O tratamento adequado e o descarte final dos resíduos são imprescindíveis para a preservação do meio ambiente, uma vez que compostos ácidos e básicos, solventes orgânicos clorados e não clorados e soluções contendo metais podem causar prejuízos a fauna, a flora, ao solo e a água que entre em contato com os mesmos. Portanto, a SANEPAR é responsável pelas medidas de gerenciamento dos resíduos produzidos durante os procedimentos de análise de água.

Visando obter melhores critérios na gestão dos resíduos químicos, a criação de uma comissão, na qual são propostos critérios de gerenciamento destes passivos torna-se necessário. Tal iniciativa visa definir o local de armazenamento dos resíduos, bem como seu modo de acondicionamento provisório realizado no próprio laboratório, e o permanente que é feito em local afastado.

#### 4. Conclusão

Através do acompanhamento das atividades realizadas pelos técnicos do laboratório de análise físico-química da água, da SANEPAR, pode-se compreender a necessidade de avaliar as propriedades químicas dos reagentes, a fim de especificar os EPIs para as atividades desenvolvidas. Como também, averiguar quais agentes químicos oferece maior insalubridade ao serem manuseados.

Observou-se a falta de fiscalização quanto ao uso dos EPIs e que alguns deles foram especificados incorretamente. Sugere-se, portanto, medidas emergenciais por causa do comprometimento à saúde e segurança dos trabalhadores.

Na averiguação foram utilizados os valores apresentados no anexo 11 da NR 15 e pela ACGIH. A análise

indicou que a NR 15 expõem o trabalhador a maiores riscos, devido as altas concentrações. Outra falha observada no anexo 11 é que o mesmo só contempla os compostos de alta volatilidade, deixando de lado, os corrosivos, oxidantes, tóxicos e inflamáveis.

O conhecimento dos resíduos gerados e a forma adequada de segregação, armazenamento, rotulagem e tratamento são fundamentais para proporcionar um trabalho seguro nos laboratórios de análise físico-química de água.

O gerenciamento dos resíduos também é de grande importância para reduzir a degradação do meio ambiente, evitando-se o despejo de contaminantes em corpos hídricos e no solo, uma vez que os compostos ácidos, básicos, clorados e com metais proporcionam diversos prejuízos ao ecossistema.

## Referências

ACGIH – American Conference Of Governmental Industrial Hygienists. **TLVs® e BEIs® – Baseados na Documentação dos Limites de Exposição Ocupacional (TLVs®) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos & Índices Biológicos de Exposição (BEIs®)**. Tradução: ABHO – Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais. São Paulo, 2012.

ALMEIDA-MURADIAN, Ligia B. Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva. In: HIRATA, Mario H., FILHO, Jorge M. **Manual de Biossegurança**. Barueri: Manole, 2002, p. 57-68.

BRASIL. Lei n. ° 6.514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo a segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1977. Disponível em: < [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6514.htm#art189](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6514.htm#art189)>. Acesso em: 08 ago. 2013.

\_\_\_\_\_. NR 15 – Atividades e Operações Insalubres. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1978. Disponível em < [http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15%20\(atualizada%202011\)%20II.pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A36A27C140136A8089B344C39/NR-15%20(atualizada%202011)%20II.pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2013.

\_\_\_\_\_. NR 26 – Sinalização de Segurança. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2011. Disponível em < [http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A350AC88201355DE1356C0ACC/NR-26%20\(atualizada%202011\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C816A350AC88201355DE1356C0ACC/NR-26%20(atualizada%202011).pdf)>. Acesso em: 26 jan. 2013.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São

Paulo. **Emergência com corrosivos: diluição ou neutralização**. São Paulo. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/artigos/artigos/emerg\\_dil\\_neut.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/artigos/artigos/emerg_dil_neut.pdf)>. Acesso em: 09 ago 2013.

JÚNIOR, Orlando Z. Manuseio de Produtos Químicos e Descarte de seus Resíduos. In: HIRATA, Mario H., FILHO, Jorge M. **Manual de Biossegurança**. Barueri: Manole, 2002, p. 123-166.

MACHADO, Ana M. R., SALVADOR, Nemésio N. B. **Gestão de Resíduos Químicos: normas de procedimentos para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos**. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo: Departamento de Produção Gráfica, 2005.

MONTENEGRO, Daiane S., SANTANA, Marcos J. A. **Resistência do operário ao uso do equipamento de proteção individual**. UCSAL – Universidade Católica de Salvador, Bahia, 2010. Disponível em: <[http://info.ucsal.br/banmon/Arquivos/Mono3\\_0132.pdf](http://info.ucsal.br/banmon/Arquivos/Mono3_0132.pdf)>. Acesso em: 07 ago 2013.

MOREIRA, José R. R., QUELHAS, Osvaldo L. G., GOMES, Robson S. Questão de bom senso – Análise comparativa aponta defasagem em limites estabelecidos no Brasil. **Revista Proteção**. Agosto de 2011.

PARSEKIAN, Marilu P. S. **Análise da proposta de formas de gerenciamento de estações de tratamento de águas de abastecimento completo em cidades de porte médio do estado de São Paulo**. 1998. 183 f. Dissertação de Mestrado – Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

PEDROZA, Ana C., RODRIGUES, Aretha S., SOUSA, Carolina F., PINHEIRO, Fabriciano. Limites de Exposição Ocupacional: estudo comparativo entre valores aplicados no Brasil e EUA. **RevInter - Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 3, 2011.

PELLOSO, Eliza F., ZANDONADI, Francianne B. **Causas da resistência ao uso do equipamento de proteção individual**. Universidade Católica de Santos, São Paulo, 2012. Disponível em:<[http://www.segurancaotrabalho.eng.br/artigos/art\\_epi\\_cv.pdf](http://www.segurancaotrabalho.eng.br/artigos/art_epi_cv.pdf)>. Acesso em: 07 ago 2013.

TSUTIYA, Milton T. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

VOGEL, A. I. **Química Analítica Qualitativa**. São Paulo: Mestre Jou, 1981.